

Estructura poblacional del totaí (*Acrocomia aculeata*, Arecaceae) según presencia de ganado en localidades de Beni y Santa Cruz (Bolivia)

Structure population of the Totaí palm (*Acrocomia aculeata*, Arecaceae) according to presence of cattle in localities of Beni and Santa Cruz departments (Bolivia)

Sissi Lozada G. & Mónica Moraes R.

Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Universidad Mayor de San Andrés,
Casilla 10077 – Correo Central, La Paz, Bolivia
Email: sissi.lozada@gmail.com, autora de correspondencia

Resumen

Se comparó la estructura poblacional de la palmera totaí (*Acrocomia aculeata*) según la presencia de ganado bovino en bosques y sabanas de cinco localidades de San José de Chiquitos (Santa Cruz) y Trinidad (Beni) en Bolivia. En cada localidad se establecieron tres parcelas de 50 x 20 m. En los individuos de 26 cm de altura o más se registró: Altura total, DAP, número de pinnas, presencia de hojas maduras, espinas y racimos, y la presencia de ganado bovino por observación directa; además se contabilizó el número de plántulas en cinco micro-parcelas de 1 m². Se identificaron seis categorías de crecimiento: Plántula, juveniles 1 y 2, pre-adultos y adultos 1 y 2. En ambos municipios las poblaciones con ganado presentan mayor número de plántulas (95.4-96.9%), relativamente pocos juveniles (0.5-0.03%) y pre-adultos (0.3-0.08%), y niveles intermedios de adultos (3.8-2.9%). Esta tendencia corresponde a una curva de tipo II, donde existen niveles discontinuos de regeneración y alteraciones en el establecimiento de las plántulas. En las parcelas sin ganado encontramos dos patrones distintos. En Trinidad las plántulas y juveniles están casi ausentes (0-1.2%) y pre-adultos están reducidos (0.3%); esta tendencia corresponde a una curva de tipo III, con un nivel de regeneración severamente limitado. Mientras que San José presenta un tipo de gráfica de J invertida con individuos en todas las categorías de crecimiento y disminución exponencial desde la categoría plántula (50.9%) hasta adultos (27.9%), característica de una población auto-regenerativa. Estas observaciones sugieren que el ganado puede estar estimulando la regeneración a nivel de plántulas pero aparentemente estaría perjudicando el desarrollo de estas plántulas a los estadios de juveniles y pre-adultos, mientras que sin ganado existe una menor producción de plántulas únicamente en algunas situaciones. Se concluye que un manejo adecuado del ganado contribuiría a la conservación de esta palmera y se realizan recomendaciones al respecto.

Palabras clave: *Acrocomia aculeata*, Arecaceae, Bolivia, Estructura poblacional, Ganado bovino.

Abstract

The population structure of the Totaí palm (*Acrocomia aculeata*) was evaluated regarding the presence of cattle in forests and savannas of five locations in San José de Chiquitos (Santa Cruz) and Trinidad (Beni), Bolivia. Three plots of 50 x 20 m were settled down. For palms 26 cm tall or higher, the following measures were recorded: plant height, DBH, number of pinnae, presence

of mature leaves, spines, and racemes, as well as the presence of cattle by direct observation. Furthermore, seedlings were registered in 1 m² micro-plots. Six growth categories were identified: seedling, juvenile 1 and 2, pre-adult, and adult 1 and 2. Places with presence of cattle showed a high number of seedlings (95.4-96.9%), few juveniles (0.5-0.03%) and pre-adults (0.3-0.08%), and intermediate levels of adults (3.8-2.9%). This trend fits into the population structure type II, where the levels of regeneration are discrete and seedling establishment is restricted. In plots without cattle in Trinidad, no seedlings and few juveniles (0-1.2%) were registered, while pre-adults were reduced (0.3%); this trend corresponds to the type III, with a severely limited regeneration level. San José presents an inverted J with individuals at all levels of growth and exponential decay from the seedling category (50.9%) to adult (27.9%), which is characteristic of a self-regenerating population. These tendencies suggest that cattle may contribute to seedlings' regeneration but harm the juvenile and pre-adult phases, and on places without cattle few seedlings exist. In conclusion, good management strategies of cattle would contribute to the conservation of this palm and we give some recommendations about it.

Keywords: *Acrocomia aculeata*, Bolivia, Cattle, Population structure.

Introducción

En Bolivia durante los últimos 40 años la actividad ganadera fue incrementando (Baudoin 2004), ocupando actualmente más del 40% del territorio (Ibisch & Mérida 2003). La región de las tierras bajas es la más afectada siendo Beni y Santa Cruz los departamentos con mayor producción de carne (Bazoalto 2003).

Una especie de palmera distribuida en esta región del país es *Acrocomia aculeata* (Henderson *et al.* 1995, Moraes 2004, Moreno & Moreno 2006) llamada comúnmente totaí (Moraes 2004, Moreno & Moreno 2006). El totaí es una palma que alcanza los 20 m de alto y se caracteriza por poseer un tronco único espinoso, inflorescencias interfoliarias de color amarillo intenso y frutos de tipo drupa esféricos de cáscara lisa y quebradiza y pulpa dorada dulce al madurar (Moraes 2004, Moreno & Moreno 2006, Galeano & Bernal 2010). Esta especie posee adaptabilidad a diferentes condiciones ecológicas, climáticas y edafológicas, además de una inusual resistencia al fuego, al laboreo intenso y a los agroquímicos, plagas y enfermedades (Moreno & Moreno 2006, Oberländer & Bohn 2009). Las características mencionadas hacen del totaí una especie colonizadora de áreas degradadas (Mostacedo

& Fredericksen 2000, Moreno & Moreno 2006), que está adaptada a intensas inundaciones estacionales, a rangos altitudinales amplios y ocurre tanto en bosques como en sabanas (Moraes 1989). Con frecuencia se la encuentra asociada a ranchos ganaderos, de donde no es eliminada completamente, ya que es utilizada como fuente de alimento (frutos) y forraje para el ganado (hojas) tanto vacuno como equino (Wallace *et al.* 2000, Moraes 2004, Borchsenius & Moraes 2006).

Sin embargo, el uso de herbicidas, las podas, y quemas asociadas al manejo de las fincas ganaderas podrían afectar a la población de esta palmera (Díaz & Piedrahita 2007) y causar una disminución de plántulas y una menor sobrevivencia de juveniles (Aguilera-Taylor *et al.* 2007). Esto llevaría a un desequilibrio de la estructura poblacional y una menor regeneración. En contraste, el ganado favorece la germinación de las semillas y promueve la regeneración de las plántulas debido a que reduce la competencia con pastos y hierbas, mantiene el ciclo de nutrientes, aumenta la fertilidad y disminuye la erosión del suelo (Cingolani *et al.* 2008, Mearns 1996). Por lo tanto, podría existir una relación entre la presencia de ganado y el estado de conservación de las poblaciones de esta especie.

En planes de manejo y estrategias adecuadas de aprovechamiento de recursos naturales son indispensables los datos sobre la estructura de la población, densidad, tasas productivas de regeneración, entre otra información (Moraes 1996, 1998a, b). De acuerdo a Peters (1996), las curvas de distribución de clases de tamaño de árboles tropicales se relacionan principalmente con la regeneración y su dependencia con las condiciones ambientales que pueden ser alteradas por las actividades extractivas, directas o indirectas. La atención de la estructura poblacional de las especies útiles y su manejo adecuado no solo contribuirá a su conservación, sino también al desarrollo sostenible de poblaciones humanas (Moraes 1996), que en este caso podría influenciar al manejo ganadero.

El presente trabajo pretende analizar el estado poblacional de *Acrocomia aculeata* a partir de su estructura poblacional en localidades de Beni y Santa Cruz, mediante la identificación de las categorías de crecimiento o clases de edad y la densidad de individuos que caracterizan su población, según presencia o ausencia de ganado y así discutir su estado de conservación y las posibles influencias que la ganadería podría estar ejerciendo sobre sus poblaciones.

Área de estudio

Para la realización del estudio se escogieron los departamentos de Beni y Santa Cruz por ser los que tienen mayor producción de carne en el país (Bazoalto 2003) y porque coinciden con el ámbito de distribución de la especie de estudio – *Acrocomia aculeata*. Las localidades pertenecen al municipio de Trinidad del departamento del Beni y al municipio de San José en Santa Cruz. El municipio de Trinidad está ubicado en la provincia Cercado y presenta sabanas inundables planas entre 130-250 m sobre suelos aluviales de origen cuaternario (Montes de Oca 1989). El clima es sub-húmedo con una precipitación media anual de 1.584 mm y una temperatura media anual de 26°C (SENAMHI 2012). Presenta comunidades

dominadas por gramíneas y ciperáceas con una rica flora de dicotiledóneas herbáceas, aunque en su mayoría tienen agrupaciones leñosas acompañantes en hábitats o micro-hábitats caracterizados por una inundación menos severa (Beck *et al.* 1993). En cuanto al uso del suelo, es destinado generalmente a ganadería extensiva y actividades agrícolas menores (Aliaga *et al.* 2011, Pacheco *et al.* 2005).

El municipio de San José está ubicado en la provincia Chiquitos y tiene formaciones de bosque seco y bosques chiquitanos, con especies deciduas y semideciduas y algunas chaqueñas (Navarro & Maldonado 2002). Se caracteriza por su ubicación transicional entre el clima húmedo de la Amazonía y el clima árido del Chaco, con una temperatura media anual de 25° y una precipitación media anual de 144 mm (SENAMHI 2012). El uso del suelo es generalmente para agricultura, ganadería extensiva, aprovechamiento de madera y transporte de productos petroleros (Pacheco *et al.* 2005, Aliaga *et al.* 2011).

Métodos

Durante 2011 se instalaron las parcelas y se realizó la evaluación de la estructura poblacional y densidad de *Acrocomia aculeata* en abril y junio, tanto en San José de Chiquitos (Santa Cruz) como en Trinidad (Beni).

Según Balslev *et al.* (2010), las categorías de edad de las palmas corresponden a plántulas, juveniles, pre-adultos y adultos. Sin embargo, en este trabajo se realizó una descripción más detallada de las categorías juvenil y adulto considerando dos estadios dentro de cada una. En el caso de la categoría juvenil se hizo la separación con base en Lorenzi (2006) y observaciones en campo. Para el caso de los adultos, se evaluó la relación del estado reproductivo (variable dependiente) y la altura (variable independiente) mediante una regresión logística binaria. Después de comprobar esta relación ($B=-1.034$; $E.S.=0.122$; $p<0.001$; $n=304$) se eligieron los rangos de

altura tomando como referencia las diferencias en la proporción de palmeras reproductivas entre rangos de altura según lo planteado por Thompson *et al.* (2009) (Tabla 1).

Muestreo

El muestreo se realizó en parches de totaí en los alrededores de las capitales de los municipios de San José y de Trinidad. El primer viaje se realizó a San José en el mes de abril de 2011 durante la época de transición de húmeda a seca y el segundo viaje a Trinidad en julio del mismo año durante la época seca (Ibisch & Mérida 2003). Se muestrearon cinco parches por municipio a los que se les asignó el nombre propio del lugar donde se encontraba cada uno. En estas localidades se diferenciaron aquellos parches sin o con ganado vacuno (por observación directa, presencia de huellas o heces) (Tabla 2).

Para la evaluación de las poblaciones de esta palmera por localidad se establecieron tres parcelas de 0.1 ha (1.000 m²) de 50 x 20 m, cubriendo un área total de 0.3 ha (3.000 m²); con una distancia mínima de 100 m entre parcelas (Paniagua-Zambrana & Moraes 2009). En cada parcela se realizó el censo de los individuos de *Acrocomia aculeata*, recorriéndola en forma zigzagueante para evitar el conteo repetido de un mismo individuo. A cada individuo encontrado se le registró la altura total (desde el nivel del piso hasta el ápice de las hojas), DAP (diámetro a la altura del pecho: 110 cm), número de pinnas de cualquier hoja, presencia o ausencia de hojas maduras, espinas y número de racimos. Estas características fueron utilizadas para clasificar cada individuo según categorías de edad (Tabla 1).

El número de hojas no fue tomado en cuenta para la descripción de las categorías

Tabla 1. Categorías de crecimiento de *Acrocomia aculeata*.

Categoría	Etapas de crecimiento	Características
1	Plántula	De 1-3 hojas enteras con espinas pequeñas en la base.
2	Juvenil 1	De 26-70 cm de altura total de la planta, tronco no evidente. Hojas divididas con hasta 60 pinnas con espinas en el raquis.
3	Juvenil 2	De 71 cm a 1.5 m de altura total de la planta, tronco no evidente. Hojas de 61-90 pinnas con espinas en el raquis. Presencia de hojas viejas.
4	Pre-adulto	De 1.51-2.9 m de altura total de la planta. Tronco evidente desde 11 a 20 cm de diámetro con abundantes espinas. Hojas con más de 90 pinnas. Presencia de hojas viejas.
5	Adulto 1	Altura total de la planta de 3-10 m. Tronco hasta 25 cm de diámetro con menor cantidad de espinas. Presencia de hojas nuevas y viejas y presencia de racimos o remanentes de éstos.
6	Adulto 2	Altura total de la planta >10 m. Tronco hasta 30 cm de diámetro con pocas espinas. Presencia de hojas nuevas y viejas y presencia de racimos o remanentes de éstos.

Tabla 2. Localidades según presencia o ausencia de ganado, para cada municipio existen tres localidades con ganado (CG) y sin ganado (SG).

Dpto.	Municipio	Localidad	CG	SG
Beni	Trinidad	Estancia Navidad	X	
		Camino a Loreto	X	
		San Juan	X	
		Comunidad Berdún		X
		Sachojere		X
Santa Cruz	San José	Laguna Leteí		X
		Ruinas arqueológicas		X
		Balneario El Sutó	X	
		Quitiquiña	X	
		La T	X	

de crecimiento del totaí debido a que el mismo podría variar según la presencia de ganado, puesto que generalmente los pobladores cortan las hojas del totaí para utilizarlas como forraje (Wallace *et al.* 2000, Borchsenius & Moraes 2006 y comentarios de pobladores locales).

Para la evaluación de las plántulas se trazaron aleatoriamente dentro de cada parcela cinco microparcels de 1 m², donde se contabilizó el número total encontradas.

Las parcelas se constituyen como sub-muestras, siendo cada localidad la unidad de respuesta. El diseño de estudio es de tipo bloques, que se caracteriza por localizar un conjunto completo de unidades de respuesta en puntos diferentes en el espacio, según el factor de diseño con sus niveles correspondientes (Feinsinger 2003). Cada municipio se constituye en un bloque, en cada bloque se localizan las localidades (unidades de respuesta) según la presencia o ausencia de ganado (factor de diseño con dos niveles), se tienen cinco localidades por municipio (parches), tres con ganado y dos sin ganado (Tabla 2).

Caracterización de las zonas de muestreo

San José

En aquellos parches SG (Sin ganado), el totaí se encontraba asociado a los bordes cercanos al cuerpo de agua, como en el caso de la Laguna Leteí o asociados a senderos como en las ruinas arqueológicas. Mientras que los parches CG (Con ganado) en San José no varían respecto al tiempo de establecimiento del ganado, considerando que los pobladores realizan la ganadería desde hace más de 50 años, así como en cada sitio muestreado (p.e. Balneario El Sutó, Quitiquiña y La T).

Trinidad

En los parches SG, *Acrocomia aculeata* se encontraba asociada a los bordes cercanos de caminos, como en el caso de Sachojere o a pequeñas comunidades (p.e. Berdún). En aquellos parches CG el establecimiento del ganado varía respecto al tiempo. La localidad

Loreto fue siempre conocida como una región amplia ganadera, en San Juan la ganadería empezó hace unos doce años atrás y se intensifica cada año; y finalmente en Estancia Navidad la ganadería se dio en los últimos diez años (R. Vásquez 2011, com. pers.).

Análisis de datos

Se realizó un análisis de conglomerados (en inglés: *cluster analysis*) para analizar las similitudes en la estructura poblacional a nivel de localidad y municipio con el programa R versión 2.13.1. Se construyó una matriz de similitud con base en la abundancia relativa de las categorías de crecimiento utilizando el índice de similitud de Morisita simplificado (Morisita-Horn):

$$C_{\lambda} = \frac{2 \sum_i^n P_{ij} P_{ik}}{\sum_i^n P_{ij}^2 + \sum_i^n P_{ik}^2}$$

donde P_{ij} : proporción de la categoría i en muestra j ; P_{ik} : proporción de la categoría i en la muestra k ; n : número total de categorías de crecimiento ($i = 1, 2, 3, \dots, n$). Se utilizó este índice porque es considerado uno de los más robustos para medidas de similitud en estudios ecológicos (Krebs 1999).

La densidad de los individuos totales de *Acrocomia aculeata* por categoría de edad registrados en las parcelas fue utilizada para elaborar curvas de distribución del total empleando la hoja electrónica Excel, considerando la densidad de los individuos según la presencia o ausencia del ganado por municipio y por localidad por separado. Se determinó el tipo de curvas según la clasificación de Peters (1996).

Resultados

La densidad total de *Acrocomia aculeata* varía según el municipio (6-458 individuos/km²). Sin embargo, en ambos municipios se puede

observar un mayor número de individuos en lugares CG (186-458) (Fig. 1). En los sitios SG en el municipio de Trinidad no se registró presencia de plántulas y la densidad de los individuos juveniles y pre-adultos es reducida: Menos de un individuo por km², en sitios CG y SG. En San José, la densidad de plántulas es mayor y los individuos juveniles y pre-adultos se reducen sólo en los sitios CG. Los individuos adultos no varían notoriamente respecto a la presencia del ganado, pero se tiene mayor densidad de adultos en San José (Fig. 2).

El análisis de conglomerados con base en la abundancia relativa por categoría de crecimiento, mostró una agrupación a nivel de localidades según la presencia de ganado. Se formaron dos grupos, el grupo CG que corresponde a las localidades con presencia de ganado y el grupo SG donde no hubo ganado (Fig. 3).

A nivel general en los lugares CG de Trinidad y pese al bajo número de juveniles y pre-adultos, se verifica una gráfica en forma de J invertida; mientras que en los lugares SG se constata la ausencia de plántulas y un menor número de individuos en las demás categorías. En la comunidad Berdún no hay presencia de plántulas y en Sachojere sólo se registraron individuos adultos. En contraste, en las tres localidades CG se registro plántulas, sin embargo únicamente en San Juan están presentes todas las categorías mostrando una gráfica en forma de J invertida (Fig. 4).

En general en San José SG, los datos delinean una J invertida, pero con bajo número de plántulas; mientras que los sitios CG presentaban mayor número de plántulas pero sin encontrar juveniles. En Laguna Leteí, las categorías de plántulas y adultos mayores a 10 m (Adultos 2) no están presentes, a diferencia de la localidad Ruinas arqueológicas donde se encontraron individuos en todas las categorías. En contraste, en las localidades CG, existe gran cantidad de plántulas, pero los juveniles no están presentes y el número de pre-adultos está reducido o ausente (Fig. 5).

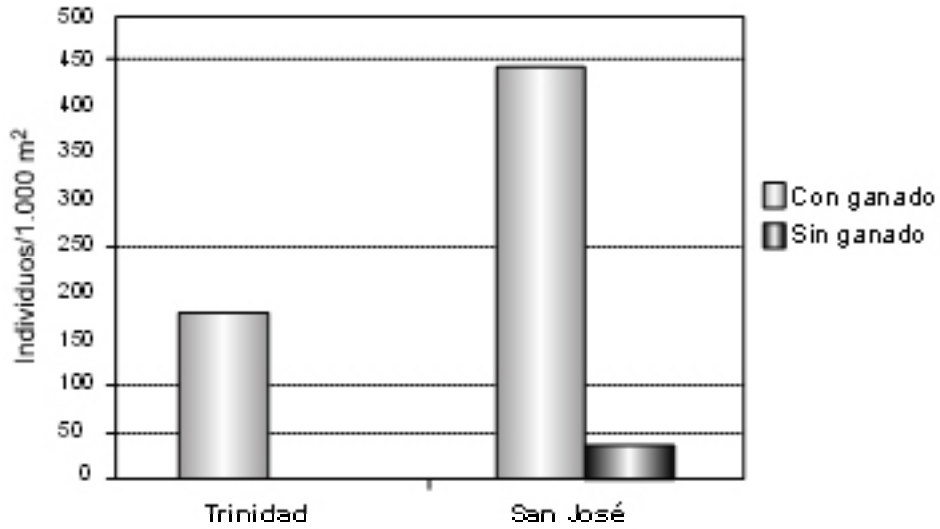


Figura 1. Densidad total de *Acrocomia aculeata* según la presencia y ausencia de ganado en los municipios de Trinidad y San José.

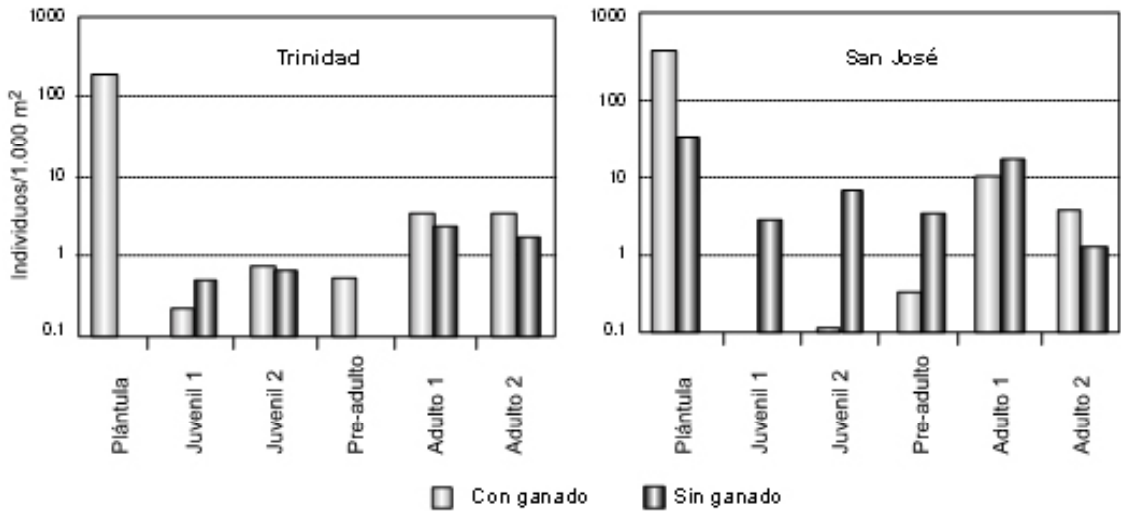


Figura 2. Estructura poblacional de *Acrocomia aculeata* según la presencia y ausencia de ganado en los municipios de Trinidad y San José.

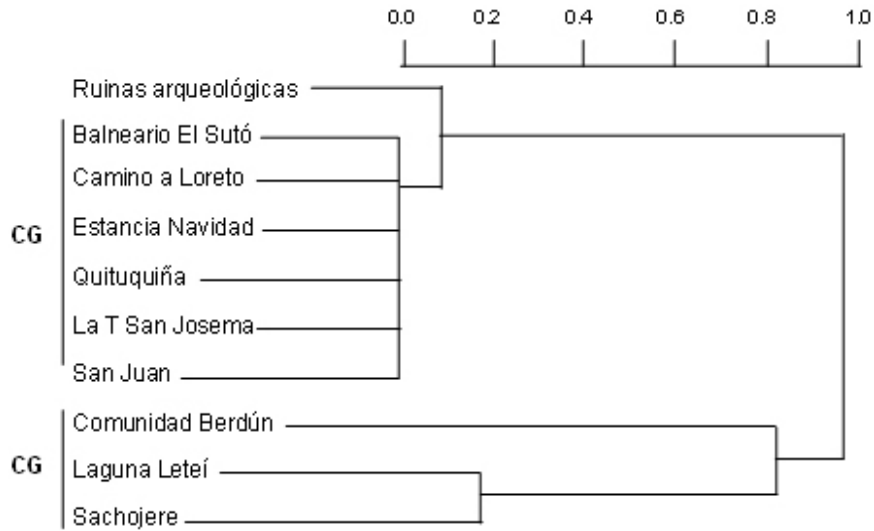


Figura 3. Dendrograma del análisis de conglomerados con vinculación media de acuerdo a la similitud basada en la abundancia relativa de las categorías de crecimiento.

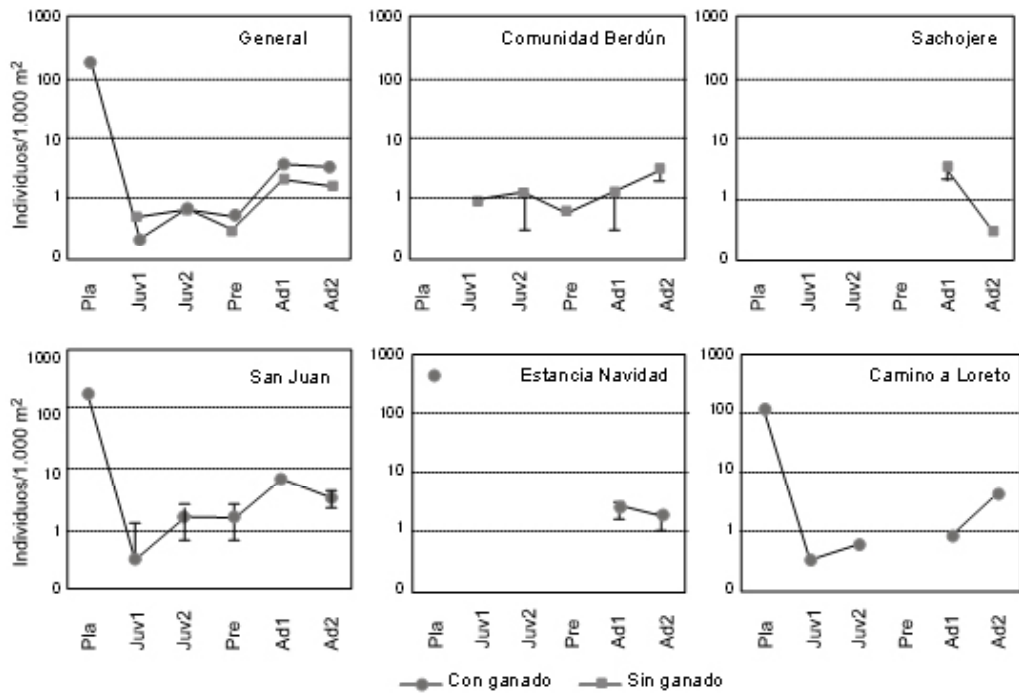


Figura 4. Estructura poblacional de *Acrocomia aculeata* en el municipio de Trinidad a nivel general y en las cinco localidades separadamente, según la presencia y ausencia de ganado.

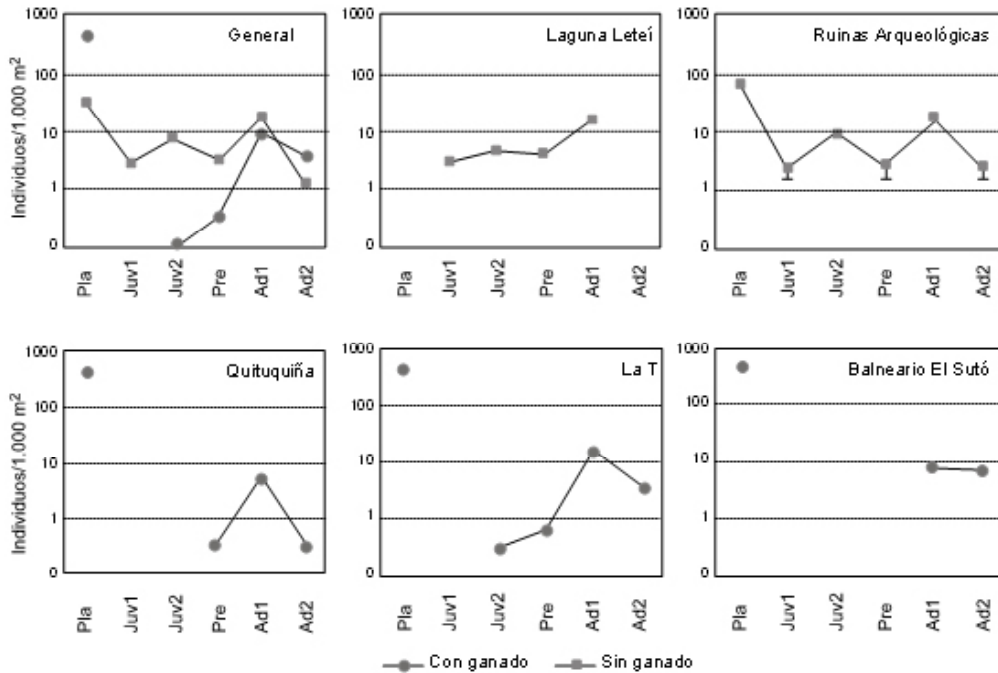


Figura 5. Estructura poblacional de *Acrocomia aculeata* en el municipio de San José a nivel general y en las cinco localidades separadamente, según la presencia y ausencia de ganado.

Discusión

El totaí ha sido visto y descrito en formaciones secundarias asociadas a las actividades humanas (Lorenzi 1992). En llanuras aluviales de Bolivia se reportó que la abundancia relativa de *Acrocomia aculeata* registra datos mayormente en bosques fragmentados con 4.8 plántulas y 0.7 adultos, que en el bosque continuo donde están ausentes (Simonetti *et al.* 2001). De forma similar, en el presente estudio se observaron individuos de totaí asociados a formaciones secundarias, principalmente áreas de pastoreo. Ferreira da Motta y otros investigadores (2002) afirman que esta especie es considerada una de las especies más sensibles a la deficiencia de nutrientes e indicadora de suelos mesotróficos (Ratter *et al.* 1996). Los suelos de los bosques del escudo precámbrico en Santa Cruz (donde se incluye San José) son pobres

en nutrientes comparados con los suelos de los bosques de las llanuras aluviales del Beni (Wallace *et al.* 2000), lo que podría explicar una mayor densidad general de individuos de totaí en San José, comparado con Trinidad. Sin embargo, se requieren estudios del totaí en relación con las condiciones edáficas.

En lugares perturbados donde la biodiversidad disminuye, también desaparecen los dispersores naturales de aquellas especies de plantas remanentes, por lo que estas especies utilizan a los animales domésticos como dispersores directos de sus semillas (Wenny 2001, Cosyns *et al.* 2005). Esto ocurre con el totaí, de modo que el ganado adulto se constituye en un importante dispersor de sus semillas, puesto que las especies dispersoras asociadas a ambientes naturales, ya no se encuentran en ambientes perturbados (Scariot 1998, Wallace *et al.*, 2000, Tubelis 2009).

La estructura poblacional de *Acrocomia aculeata* en los municipios estudiados muestra una tendencia según el ganado. Se observa diferencia en el número de plántulas, habiendo un mayor número en sitios CG. Esto podría sugerir que en estos sitios los animales domésticos contribuirían a la dispersión de las semillas del totaí con el transporte de las semillas por consumo de los frutos, favoreciendo la germinación de las mismas debido a que el ganado mantiene el ciclo de nutrientes y aumenta la fertilidad del suelo (Mearns 1996). Sin embargo, para que esta suposición se compruebe serían necesarios estudios de dinámica poblacional tomando en cuenta la abundancia del ganado en los potreros. Por ejemplo pruebas bajo tres cargas animales (normal, alta, muy alta) acorde a la densidad del ganado (unidades animales/ha) como la metodología utilizada por Barrios *et al.* (1999).

Por otro lado, el ganado podría estar coadyuvando a la regeneración del totaí reduciendo la competencia de gramíneas y hierbas a través de la herbívora. Estudios realizados por el Programa Refugios de Vida Silvestre Fundación Vida Silvestre Argentina (s/a) sobre la regeneración del yatay (*Butia yatay*), afirma que el pastoreo de ganado bovino y la competencia con gramíneas aparentan tener un efecto sinérgico sobre la regeneración y desarrollo de las plántulas de esta palmera, el cual puede ser potenciado a través de la combinación de dos prácticas de manejo combinadas: la clausura al pastoreo y el control de la competencia con gramíneas. Dichas prácticas podrían aplicarse para el caso de *Acrocomia aculeata*, especialmente en los sitios de Trinidad, que por ser sabanas, abundan las gramíneas.

Se observa, en especial en los sitios CG, que los individuos juveniles y pre-adultos están reducidos o ausentes, lo que podría sugerir que el ganado contribuiría a la dispersión de las semillas y al establecimiento de las plántulas, pero éstas no llegarían a ser juveniles. Similares resultados reportan Fieira & Souza (2007) en estudios realizados

con *Syagrus romanzoffiana*, donde hallaron una mayor concentración de individuos en estadios iniciales (plántula y juvenil 1) en áreas expuestas al pastoreo de ganado bovino, lo que parece indicar la influencia positiva del ganado en la regeneración temprana de esta especie. Sin embargo, los individuos juveniles de *Acrocomia aculeata* son palatables para el ganado, Oberländer (2010) afirma que los animales de granja consumen con avidez las hojas de los juveniles atrasando notablemente su crecimiento.

Cuando los individuos juveniles son muy escasos (menos de 1 individuo/km²) corresponde al gráfico tipo II según Peters (1996), que muestra niveles discontinuos de regeneración y alteraciones en el período de establecimiento de los primeros estadios de las plantas. Probablemente esto es causado como respuesta a los cambios bruscos en el medio (Peters 1996), pudiendo ser en este caso la habilitación del campo para el pastoreo, eliminación de plantas favoreciendo pastizales palatables para la ganadería vacuna y posteriormente el establecimiento del ganado.

En Trinidad SG, la curva poblacional se asemeja al tipo de gráfico III, característica de especies cuyo nivel de regeneración se encuentra severamente limitado debido a la ausencia de plántulas y a la escasez de individuos juveniles (Peters 1996). En cambio, en San José se encontraron individuos de todas las categorías de crecimiento, sugiriendo una población auto-regenerativa en forma de J invertida (tipo I), caracterizada por poseer individuos de todas las etapas con probabilidad de que los individuos que mueren, sean reemplazados por los que se encuentran en etapas anteriores (Peters 1996).

Sin embargo, la interpretación a partir de la estructura poblacional debe ser cautamente considerada, ya que está limitada por las inferencias poblacionales basadas en evaluaciones estáticas de la población (Condit *et al.* 1998). Se recomienda realizar una evaluación a mayor área geográfica, pero también con mayor tiempo de registro (hasta 5 años por

ejemplo) para respaldar mejor la dinámica poblacional.

La cercanía de la localidad “Ruinas arqueológicas” a las localidades CG sugiere que posee características similares a estas localidades (Fig. 3). Parecería que en esta área el totaí puede dispersar sus semillas sin dificultad, probablemente utilizando como dispersores a otros animales presentes. Por otro lado, es importante tomar en cuenta que esta localidad es un sitio conservado y con influencia de fuego, lo cual se podría relacionar con la mayor presencia de plántulas encontradas. Según Kahn & Moussa (1997) y Lorenzi (2006), el fuego ayuda a la regeneración y establecimiento de las plántulas de *Acrocomia aculeata*, debido a que elimina la vegetación invasora y aumenta la reserva de nutrientes mediante la carbonización de la materia orgánica. Estudios realizados por Moreno & Moreno (2006), afirman que el fuego influye en la germinación y establecimiento de las plántulas de otra palmera en las llanuras aluviales: *Attalea speciosa* de manera indirecta, ya que permite la apertura del dosel, lo que favorece al crecimiento de las plántulas enterradas. Sin embargo, es necesario que esto sea corroborado ya que el presente estudio no lo evaluó.

Estudios similares con diferentes palmeras como Velarde & Moraes (2008) con *Euterpe precatoria*, Thompson *et al.* (2009) con *Parajubaea torallyi* y Blacutt & Moraes (2011) con *Syagrus yungasensis* han mostrado que el estudio de la estructura poblacional y la densidad de una especie permiten identificar zonas de vulnerabilidad, donde la especie presenta severos problemas de regeneración; así como zonas promisorias de un manejo productivo sostenible. Por otro lado, el estudio de la estructura poblacional en ambientes impactados por actividades humanas, tales como la ganadería bovina, permiten observar su efecto sobre determinadas categorías de crecimiento de especies de palmeras (Feira & Souza 2007, Lozada 2012). Estos resultados son de gran importancia por ser pioneros en

la validación del estado poblacional de estas especies de palmeras y sus repercusiones en relación a su conservación.

En la definición del manejo de *Acrocomia aculeata* para el área de influencia con desarrollo ganadero son relevantes las tendencias poblacionales observadas y las repercusiones de uso adecuado deberán ser sensibles con las dinámicas derivadas en trayectorias históricas para la producción de carne en los departamentos de Beni y Santa Cruz. Es así que el presente estudio nos permite sugerir que en aquellos sitios con ganado donde registramos muchas plántulas pero escaso desarrollo de juveniles, sería importante establecer exclusiones para permitir el crecimiento de las plántulas. En Trinidad, en los sitios donde el ganado no está presente y no registramos plántulas, sería recomendable ensayar con la introducción temporaria de ganado con el fin de que contribuyan con la dispersión de las semillas y establecimiento de las plántulas. Por otro lado en San José, los sitios sin ganado pertenecen a un área protegida municipal y presentan a nivel una población estable tipo I. Sin embargo, una de las localidades: Laguna Leteí, carece de plántulas y adultos 2, por lo que para restablecer la regeneración y establecimiento de las plántulas en este sitio, es conveniente evitar o disminuir la construcción de caminos asociados a las visitas turísticas para que no afecten indirectamente a las poblaciones naturales del totaí.

Conclusiones

Se observó diferencias en las poblaciones según la presencia de ganado. En ambos municipios con ganado existen plántulas, pero los juveniles y pre-adultos están reducidos o ausentes. Esta tendencia de la estructura poblacional corresponde al tipo II, caracterizada por mostrar niveles discontinuos de regeneración y alteraciones en el período de establecimiento de los primeros estadios de las plantas. Mientras que cuando el ganado está ausente,

en Trinidad se encontró una curva exponencial positiva correspondiente al tipo de gráfico III, caracterizada por poseer un nivel de regeneración severamente limitado debido a la carencia de plántulas y la escasa existencia de individuos juveniles, pre-adultos y adultos. En cambio San José mostró una gráfica de J invertida, caracterizada por presentar individuos distribuidos en todas las categorías de crecimiento y por la disminución exponencial de plántulas hasta adultos; sugiriendo una población auto-regenerativa con mayor probabilidad que los individuos que mueren, sean reemplazados por los que se encuentran en etapas anteriores. Los datos nos muestran que en aquellos lugares donde existe ganado, hay una mayor dispersión de las semillas pero el establecimiento de las plántulas y juveniles es limitado. Para medir el nivel de conservación y el manejo adecuado del totaí, sería necesario evitar la influencia del ganado vacuno sobre las plántulas y juveniles en potreros y en los sitios sin ganado probar con la introducción temporal de ganado para que promueva la dispersión de las semillas y el establecimiento de las plántulas.

Agradecimientos

La presente investigación forma parte de la tesis de licenciatura en biología de Sissi Lozada en la Universidad Mayor de San Andrés. Agradecemos al proyecto "Contenidos de lípidos y perfil de ácidos grasos de seis palmeras promisorias de Bolivia" financiado a la Universidad Mayor de San Andrés con fondos IDH, en que participó en el componente botánico el Herbario Nacional de Bolivia y al financiamiento parcial otorgado por el Instituto de Ecología. Agradecemos las sugerencias realizadas por el Comité Editorial de Ecología en Bolivia.

Referencias

- Aguilera-Taylor, I., A. Corzo, G. Muñoz-Castro & L. López-Hoffman. 2007. Servicios ambientales de una palma endémica: su importancia para la población rural. *Gaceta ecológica* número especial: 84-85.
- Aliaga, J. D. L., H. V. Quino & J. A. Lordemann. 2011. Deforestación en Bolivia: una aproximación espacial. *Latin American Journal of Economic Development* 15: 7-44.
- Balslev, H., H. Navarrete, N. Y. Paniagua, D. Pedersen, W. Eiserhardt & T. Kristiansen. 2010. El uso de transectos para el estudio de comunidades de palmas. *Ecología en Bolivia* 45: 8-22.
- Barrios, C., J. Beer & Ibrahim M. 1999. Pastoreo regulado y bostas del ganado para la protección de plántulas de *Pithecolobium saman* en potreros. *Agroforestería en las Américas* 6(23): 63-65.
- Baudoin, M. 2004. ¿Hacia dónde va la conservación en Bolivia? *Ecología en Bolivia* 39: 1-3.
- Bazoalto, S. 2003. Situación actual de la ganadería bovina de la pequeña agricultura en Bolivia. pp. 115-121. En: Stehr, W. & E. Martínez (eds.) *Situación Actual y Mejoramiento de la Productividad de la Ganadería Bovina de la Pequeña Agricultura en Centro y Sudamérica*. CENEREMA (Centro Nacional de Capacitación y Entrenamiento y Reproducción y Manejo Animal) - JICA (Agencia de Cooperación Internacional del Japón), Remehue.
- Beck, S., T. J. Killeen & E. García. 1993. Vegetación en Bolivia. pp. 1-24. En: Killeen, T. J., E. García & S. Beck (eds.) *Guía de Árboles de Bolivia*. Herbario Nacional de Bolivia - Missouri Botanical Garden, Editorial Quipus SRL, La Paz.
- Blacutt, E. & M. Moraes. 2011. Densidad, estructura y regeneración de la palmera endémica *Syagrus yungasensis* en Yanamayo - La Asunta (La Paz, Bolivia). *Revista de la Sociedad Boliviana de Botánica* 5(1): 5-14.
- Borchsenius, F. & M. Moraes R. 2006. Diversidad y usos de palmeras andinas (Arecaceae).

- pp. 412-433. En: Moraes R., M., B. Ollgaard, L. Kvist, F. Borchsenius, & H. Balslev (eds.) Botánica Económica de los Andes Centrales. Herbario Nacional de Bolivia, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz.
- Cingolani, A., I Noy-Meir, D. Renson & M. Foster. 2008. La ganadería extensiva, ¿es compatible con la conservación de la biodiversidad de los suelos? *Ecología Austral* 18:253-271.
- Condit, R., R. Sukumar, S.P. Hubbell & R.B. Foster. 1998. Predicting population trends from size distributions: a direct test in a tropical tree community. *The American Naturalist* 152(4): 495-509.
- Cosyns, E., S. Claerbout, I. Lamoot & M. Hoffmann. 2005. Endozoochorous seed dispersal by cattle and horse in a spatially heterogeneous landscape. *Plant Ecology* 178: 149-162.
- Díaz, Z. C. & L. Piedrahita. 2007. ¿Cómo diseñar estrategias para el manejo de plantas de interés para la conservación en paisajes ganaderos? *Agroforestería en las Américas* 45: 117-122.
- Feinsinger, P. 2003. El diseño de estudios de campo para la conservación de la biodiversidad. Editorial Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz. 242 p.
- Ferreira da Motta, P., N. Curi, A. Teixeira de Oliveira-Filho & J. Bosco. 2002. Ocorrência de macaúba em Minas Gerais: relação com atributos climáticos, pedológicos e vegetacionais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 1023-1031.
- Fieira, S. & A. Souza. 2007. Estrutura opulacional de *Syagrus romanzoffiana* em uma floresta ripícola sujeita ao pastejo pelo gado. *Revista Brasileira de Biociencias* 5(1): 591-593.
- Galeano, G. & R. Bernal. 2010. Palmas de Colombia. Guía de campo. Instituto de Ciencias Naturales, Universidad Nacional de Colombia, Bogotá. 688 p.
- Henderson, A., G. Galeano & R. Bernal. 1995. Field guide to the palms of the Americas. Princeton University Press, Nueva Jersey 434 p.
- Ibisch, P. & G. Mérida. 2003. Biodiversidad: La riqueza de Bolivia. Estado de conocimiento y conservación. Ministerio de Desarrollo Sostenible, Editorial FAN (Fundación Amigos de la Naturaleza), Santa Cruz. 564 p.
- Kahn, F. & F. Moussa. 1997. El papel de los grupos humanos en la distribución geográfica de algunas palmas en la Amazonia y su periferia. Uso y manejo de recursos vegetales. Ediciones Abya-Yala, Quito. 17 p.
- Krebs, C. 1999. Ecological methodology. Segunda edición. Benjamin/Cummings, Menlo Park. 620 p.
- Lorenzi, H. 1992. Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. Nova Odessa: Plantarum. 83 p.
- Lorenzi, G. 2006. *Acrocomia aculeata* (Jacq.) Lodd. ex Mart. Arecaceae: Bases para o extrativismo sustentável. Tesis de doctorado em ciências, Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 166 p.
- Lozada, S. 2012. Estructura poblacional y producción de frutos del totaí (*Acrocomia aculeata* Jacq. Lodd. ex Mart., Arecaceae) según la presencia de ganado en localidades de Beni y Santa Cruz. Tesis de licenciatura en Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 79 p.
- Mearns, R. 1996. When livestock are good for the environment: Benefit-sharing of environmental goods and services. Paper prepared for World Bank Workshop "Balancing Livestock and Environment", Washington DC. 29 p.
- Montes de Oca, I. 1989. Geografía y recursos naturales de Bolivia. Tercera edición. Ministerio de Educación y Cultura, La Paz. 614 p.
- Moraes R., M. 1989. Ecología y formas de vida

- de las palmeras de Bolivia. *Ecología en Bolivia* 13: 33-45.
- Moraes R., M. 1996. Bases para el plan de manejo de las palmeras nativas de Bolivia. *Tratado de Cooperación Amazónica*, Ministerio de Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, La Paz. 89 p.
- Moraes R., M. 1998a. Richness and utilization of palms in Bolivia - some essential criteria for their management. pp. 269-288. En: W. Barthlott & M. Winiger (eds.) *Biodiversity - A Challenge for Development Research and Policy*. Springer Verlag, Heidelberg.
- Moraes R., M. 1998b. Management of palm forests in Bolivia. pp. 22-37. *Proceedings of the workshop "Recent advances in Biotechnology"*. International Foundation for Science-Universidade Federal de Santa Catarina (September 1997). Florianópolis, Santa Catarina.
- Moraes R., M. 2004. Flora de palmeras de Bolivia. Herbario Nacional de Bolivia, Instituto de Ecología, Carrera de Biología, Universidad Mayor de San Andrés, La Paz. 262 p.
- Moreno, L. & O. Moreno. 2006. Colecciones de las palmeras de Bolivia. *Palmae-Arecaceae*. Editorial Fundación Amigos de la Naturaleza, Santa Cruz. 576 p.
- Mostacedo, B. & T. Fredericksen. 2000. Estado de regeneración de especies forestales importantes en Bolivia: Evaluación y recomendaciones. Proyecto de manejo forestal sostenible BOLFOR (Bolivia Sustainable Forest Management Project). Documento Técnico 88/2000. Chemonics International - USAID (United States Agency for International Development), Santa Cruz. 22 p.
- Navarro, G. & Maldonado M. 2002. Geografía ecológica de Bolivia. Vegetación y ambientes acuáticos. Centro de Ecología Simón I. Patiño, Cochabamba. 719 p.
- Oberländer, D. & E. Bohn. 2009. *Acrocomia aculeata* - Su potencial como cultivo para múltiples propósitos. En línea www.acrocomiasolutions.com consultado el 15 de noviembre de 2011.
- Oberländer, D. 2010. Palmera de múltiple utilización y alto potencial productivo. Consultado en fecha 22 de abril de 2011. Disponible en www.acrocomiasolutions.com
- Pacheco, P., D. Pacheco & M. Urioste. 2005. Las tierras bajas de Bolivia en el siglo XX. Fundación tierra ACLO (Acción Cultural Loyola), CEDLA (Centro de Estudios para el Desarrollo Laboral y Agrario), CIPCA (Centro de Investigación y Promoción del Campesinado) y QHANA, La Paz. 399 p.
- Paniagua-Zambrana, N. Y. & M. Moraes R. 2009. Hacia el manejo del motacú (*Attalea phalerata*, Arecaceae) bajo diferente tipo de cosecha (Riberalta, Depto. Beni, NE Bolivia): Estructura y densidad poblacional. *Revista GAB* 4: 17-23.
- Peters, C. 1996. The ecology and management of non-timber forest resources. *World Bank Technical Paper* (322): 1-157.
- Programa Refugios de Vida Silvestre Fundación Vida Silvestre Argentina. s/a. Estudio de la regeneración del palmar de yatay (*Butia yatay*). Refugio de vida silvestre La Aurora del Palmar Entre Ríos. Buenos Aires.
- Ratter J. A., S. Bridgewater, R. Atkinson & J. F. Ribeiro. 1996. Analysis of the floristic composition of the Brazilian cerrado vegetation II: Comparison of the woody vegetation of 98 areas. *Edinburgh Journal of Botany* 53(2): 153-180.
- SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología). 2012. La Paz. Consultado en fecha 26 de mayo de 2012 en página: www.senamhi.gob.bo
- Scariot, A. 1998. Seed dispersal and predation of the palm *Acrocomia aculeata*. *Principes* 42: 5-8.
- Simonetti, J. A., M. Moraes, R. O. Bustamante & A. A. Grez. 2001. Regeneración de bosques tropicales fragmentados del Beni, Bolivia. pp. 139-155. En: B.

- Mostacedo & T. S. Fredericksen (eds.) Regeneración y Silvicultura de Bosques Tropicales en Bolivia. Proyecto de Manejo Forestal Sostenible. Edit. El País, Santa Cruz.
- Thompson B., L. N., M. Moraes R. & M. Baudoin W. 2009. Estructura poblacional de la palmera endémica *Parajubaea torallyi* (Mart.) Burret en zonas aprovechadas del Área Natural de ecology of *Ara ararauna* (Aves, Psittacidae) at firebreaks in western Cerrado, Brazil. *Biotemas* 22: 105-115.
- Velarde, M. J. & M. R. Moraes. 2008. Densidad de individuos adultos y producción de frutos del asaí (*Euterpe precatoria*, Arecaceae) en Riberalta, Bolivia. *Ecología en Bolivia* 43(2): 99-110.
- Wallace, R. B., L. Painter, D. Rumiz & J. Herrera. 2000. La estacionalidad y el manejo de vida silvestre en los bosques de producción del Oriente de Bolivia. *Revista Boliviana de Ecología y Conservación Ambiental* 8: 65–81.
- Wenny, D. 2001. Advantages of seed dispersal: a re-evaluation of directed dispersal. *Evolutionary Ecology Research* 3: 51-74.

Artículo recibido en: Febrero de 2013.

Manejado por: Andrea Premoli.

Aceptado en: Abril de 2013.